

## 1- Desinfecção secundária

→ É o processo de desinfecção em que se aplica de modo concomitante duas substâncias químicas com proprieda-des sanificantes..  
→ O melhor exemplo de aplicação da denominada desinfecção secundária é a utilização de cloro gás (derivado clorado inorgânico) e dicloroisocianurato de sódio (derivado clorado orgânico) em ETA's nas cidades de Itabuna e Valença, na Bahia.  
→ O desenvolvimento desse processo de desinfecção, aqui denominado “**desinfecção secundária**” é de responsabilidade de uma parceria entre a **QUIMIL – Indústria e Comércio Ltda** com a **EMASA** - Companhia de Águas de Itabuna, o **SAAE** - Serviço Autonomo de Água e Saneamento S.A, **de Valença**, e **EMBASA** - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.

## 2- A História

→ Segundo QUIMIL, OLIVEIRA (2004), em dezembro de 2004, foi implantado a desinfecção secundária na ETA de Itabuna, de responsabilidade da **EMASA** - Companhia de Águas de Itabuna, o relatório mostra que o processo reduziu a dosagem de cloro gasoso de 6,0 mg Cl<sub>2</sub>/L para 2,0 mg Cl<sub>2</sub>/L, conseguindo uma redução de 66,66% da dosagem de gás cloro, e apenas foi acrescentada a dosagem de 0,5 mg Cl<sub>2</sub>/L de dicloroisocianurato de sódio, que conseguiu manter o residual em toda rede.

→ Em relatório de 13 de Janeiro de 2005, a referência QUIMIL, OLIVEIRA (2005) apresenta os resultados obtidos na ETA de Valença de responsabilidade do **SAAE** - Serviço Autonomo de Água e Saneamento S.A, após a implantação da desinfecção secundária. Antes da implantação o processo de desinfecção consumia 50 Kg/dia de cloro gás a um custo de R\$254,00/Kg, após a implantação o consumo de cloro gás passou para 18 Kg/dia com uso concomitante de 21 Kg/dia de dicloroisocianurato de sódio, resultando em um custo de R\$171,24/dia. A implantação da desinfecção secundária reduziu o custo de operação da ETA em 32,58%.

→ Em setembro de 2005, foi implantado o sistema na ETA de Juazeiro/Ba, que é de responsabilidade do SAAE - Serviço Autonomo de Água e Esgoto da cidade de Juazeiro.

→ O relatório técnico de QUIMIL, OLIVEIRA (2005a) mostra que o processo reduziu a dosagem de cloro gasoso de 1,8 mg Cl<sub>2</sub>/L para 0,8 mg Cl<sub>2</sub>/L, conseguindo uma redução de 55,55% da dosagem de gás cloro, e apenas foi acrescentada a dosagem de 0,5 mg Cl<sub>2</sub>/L de dicloroisocianurato de sódio, que conseguiu manter o residual em toda rede. A aplicação do agente de desinfecção foi realizada através de solução de DCIS a 2,5% obtida pela dissolução de pastilhas do DCIS (QUIMIL, OLIVEIRA, 2005a).

## 3- A fundamentação

→ O cloro gás é um agente oxidante energético e altamente instável o que se comprova com os resultados obtidos na pesquisa realizada por TROLLI, NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA (2002). Pode-se avaliar que após 5 horas de contato o **cloro gás** apresentou uma perda de do seu princípio ativo de 72%; **hipoclorito de sódio** de 66%; o **hipoclorito de cálcio** de 59%; enquanto o **dicloroisocianurato de sódio** 41%; o que comprova a instabilidade do gás cloro e a maior estabilidade do derivado clorado orgânico e também o seu menor poder de oxidação na presença de matéria orgânica.

→ Representando os gráficos da “Concentração de CRL versus “Tempo” para cada um dos sanificantes, foi possível a determinação de retas de ajuste para cada derivado clorado. Com base nas equações dessas retas, calculou-se o tempo em que se alcança 0 (zero) ppm de CRL, para cada derivado clorado. Novamente se comprova a instabilidade do **gás cloro que no tempo de 6,6 horas não apresentava mais nenhum CRL na solução aquosa**; ocorreu o mesmo em 7 horas para o hipoclorito de sódio (HPCS); em 8 horas para o hipoclorito de cálcio (HPCC) e **em 12 horas para o dicloroisocianurato de sódio (DCIS)**, alcançou-se o menor nível de CRL.

→ O gás cloro tem como desvantagens de uso a sua propriedade de ser um irritante primário das vias respiratórias e em caso de acidente causa efeitos adversos à saúde humana, por ser um líquido e gás perigosos sob pressão. Pode causar pneumonia e mesmo morte em altas concentrações, causando severa irritação das vias respiratórias; o líquido pode queimar a pele e os olhos. É considerado um produto altamente tóxico.

→ No denominado processo “desinfecção secundária” o cloro gás terá a função de oxidar toda matéria orgânica satisfazendo a demanda e também será responsável pela etapa de **desinfecção primária**, enquanto o dicloroisocianurato de sódio fica responsável somente pela complementação do processo de desinfecção, aqui denominado de **desinfecção secundária** e pela manutenção de residual na rede (MACEDO, 2009).

- A utilização do gás cloro concomitantemente com o dicloroisocianurato de sódio, consegue equacionar diversos problemas:
- formação de THM's, o gás cloro apesar de ser um oxidante enérgico na sua hidrólise libera HCl, que dificulta a formação de THM, a baixa formação de THM's se comprova pela pesquisa realizada por TROLLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA (2002) mostra de modo inquestionável que nas mesmas condições o cloro gás e o dicloroisocianurato de sódio formam níveis semelhantes de THM, níveis esses considerados insignificantes.
  - Consegue reduzir o número de cilindros de cloro gás estocados na ETA, o que reduz a área de risco no entorno da ETA em caso de acidente.
  - Reduz custos, em função de reduzir a quantidade de cloro gás utilizada e os custos relativos a transporte.
  - reduz custos envolvidos na implantação, operação e manutenção de estruturas de recloração.
  - reduz custos com produtos químicos, pois mantém residual na rede em maiores distâncias, sem precisar de estações de recloração.

→ Como complemento de informação dos custos envolvidos no uso do cloro gás, apresento a pesquisa realizada no sistema de abastecimento de água de Guararema é operado pela SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (MATTOS, 2004, 2004a). O uso de ácido tricloroisocianúrico na planta de tratamento de água de Guararema/SP apresentou vantagens significativas como; maior estabilização de residual de cloro nas etapas de coagulação química, floculação, sedimentação e com pequena redução nos filtros rápidos, estabilização similar na rede de distribuição de residual de cloro quando comparado com o agente de desinfecção cloro gás, interferência no pH da água bruta semelhante ao cloro gasoso possibilitando redução de consumo de produtos químicos coagulante e alcalinizante e atendimento ao padrão de Portaria 518 (BRASIL, 2004c), menor demanda de residual de cloro com o aumento de volume de lodo gerado no processo, praticamente nenhuma perda de residual de cloro no meio ambiente reduzindo efeitos prejudiciais á saúde dos operadores e facilidade no manuseio e reposição do material sem riscos de ocorrência de vazamentos de cloro. Além das vantagens ressalta MATTOS (2004, 2004a) que os custos estimados e comparativos com logística, materiais e equipamentos no sistema de desinfecção de água potável, na ETA de Guararema/SP, com cloro gás alcança **R\$35.022,20** enquanto o sistema com ácido tricloroisocianúrico tem custo de **R\$518,00**.

→ Outra pesquisa que compara o custo de derivados clorados orgânicos e inorgânicos é a pesquisa de OLIVEIRA, SANTANA (2009), que demonstra, em unidade da EMBASA, a redução de custos pela substituição do hipoclorito de cálcio pelo dicloroisocianurato de sódio. Os ensaios com dicloroisocianurato de sódio - foram realizados em estações de tratamento coordenadas pela supervisão da unidade de negócios da EMBASA de Feira de Santana. Iniciamos as aplicações mantendo as mesmas condições de operação da unidade de tratamento e de controle da qualidade da água na rede de distribuição das localidades - cloro residual, cor, pH e turbidez. Cabe ressaltar, seguintes observações:

- Ausência de insolúveis quando do preparo da solução de DCNS a uma concentração de 5%, a dissolução do produto foi imediata e sem a utilização de misturado mecânico.
- Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo do dia.
- Redução de consumo de cloro ativo, durante o período de realização dos testes, quando comparado com uso do hipoclorito de cálcio 30%.
- O custo envolvido como o hipoclorito de cálcio a 30% alcançou o valor mensal de **R\$15.120,00** com a utilização do dicloroisocianurato de sódio o custo foi de **R\$9750,00**, ou seja, com a aplicação do dicloroisocianurato, houve uma redução de custo de aproximadamente de **35,51%**.

## 6- Bibliografia

CERQUEIRA, N. R.; FERREIRA, A. R. F.; GOMES, V. R. Experiência com o uso do dicloroisocianurato de sódio na EMBASA – Superintendência Sul – O.S. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24º, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 02 a 07 de setembro de 2007.

FONTES, C. F.; NASCIMENTO, J. W. S.; GOMES, S. S.; SOUZA, A. T. M. Redução no custo do tratamento de água com a utilização de dicloroisocianurato de sódio associado ao cloro gás na ETA CENTRO, ILHÉUS, BA. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24º, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 02 a 07 de setembro de 2007.

MACEDO, J. A. B. **Desinfecção & Esterilização Química**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 750p., 2009.

## 4. Algumas experiências de sucesso com da aplicação da desinfecção secundária

→ Um exemplo de implantação do processo foi realizada por NASCIMENTO FILHO (2005), os testes foram realizados na elevatória de água tratada (EEAT-2) de Milagres, de responsabilidade da EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A., localizada a 6 km da cidade de Milagres. O sistema foi implantado para resolver o problema do distrito do Km 100, tendo em vista as particularidades do sistema como: uso de cloro gasoso como agente desinfetante na recloração; redução e ausência de cloro residual na águas coletadas na rede de distribuição. A vazão da EEAT 2 de Milagres e de 40 L/s. Os ensaios com dicloroisocianurato de sódio - foram realizados no período de 18/03 à 18/04/2005, mantendo as mesmas condições de operação da unidade de tratamento e de controle da qualidade da água na rede de distribuição das localidades, com avaliação de cloro residual, cor, pH e turbidez.

Foram observadas algumas vantagens no uso do dicloroisocianurato de sódio (DCNS) e cloro gás:

**a)** Ausência de insolúveis quando do preparo da solução de DCNS a uma concentração de 6%, a dissolução do produto foi imediata e sem a utilização de misturado mecânico; **b)** Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo do dia; **c)** Redução de consumo de insumos para manutenção de cloro ativo, durante o período de realização dos testes, quando comparado com uso do cloro gasoso; **d)** extinção da recloração de Nova Itarana; **e)** redução de custo com aplicação do dicloroisocianurato de sódio alcançou 44%.

→ Segundo os autores CERQUEIRA, FERREIRA, GOMES (2007) os produtos químicos são o insumo que impacta de forma mais direta as despesas com exploração (DEX) na EMBASA e considerando as demandas de alguns sistemas vinculados às Unidades de Negócios (UN's) subordinadas à Superintendência Sul (O.S.), os pesquisadores selecionaram os Sistemas Integrados de Guanambi e Rio do Antônio, ambos vinculados a UN de Caetité, os quais utilizam, respectivamente, cloro gasoso e cal clorada e o Sistema Integrado de Itaparica, vinculado à UN de Santo Antônio de Jesus que utiliza cloro gasoso como desinfetante, para a realização dos testes testes com dicloroisocianurato de Sódio (DICLORO) em concomitância com o gás cloro.

Na USC, os ensaios com o DICLORO tiveram início a partir do mês 09/2005 se estendendo até o mês 12/2005, mantendo as mesmas condições de operação das unidades de tratamento e controle de qualidade da água na rede de distribuição das localidades, como exemplo, teor de cloro residual, cor, pH e turbidez, com as seguintes observações:

- A)** Ausência de insolúveis quando do preparo da solução de DICLORO a uma concentração de 0,5%, a dissolução do produto foi imediata e sem utilização de misturador mecânico;
- B)** Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo dos dias.
- C)** Redução na dosagem de Cloro Gás na ETA de Guanambi, de 5,4 mg/L para 2,0 mg/L, complementando com 1,0 mg/L do DICLORO.
- D)** Redução na dosagem média de cloro entre a ETA de Rio do Antônio e a recloração de Ibitira, de 6,3 mg/L para 4,0 mg/L de DICLORO.
- E)** Redução do custo com a desinfecção nos sistemas envolvidos.

Como conclusão e recomendações, citam os autores CERQUEIRA, FERREIRA, GOMES (2007), que durante a realização da experiência, tanto em sua fase inicial, quando apenas duas Unidades de Negócio estavam envolvidas, quanto na segunda fase, com todas as UN's envolvidas, avaliou o desempenho do DICLORO tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista econômico, salientando as seguintes observações:

- O dicloro foi aplicado em diversos sistemas pertencentes à Superintendência Sul (OS), com êxito;
- O produto é de grande solubilidade, facilitando o preparo de soluções e sem o inconveniente da geração de “borra”;
- Com a estabilidade do produto na estocagem, a sua reposição poderá ser realizada em intervalo de tempo maior, garantindo redução significativa nos custos com transporte interno;
- Com a aplicação do dicloroisocianurato, houve uma redução de custo de aproximadamente:
- a) SIA de Guanambi** = 17,6%;
- b) SIA de Itaparica** = 23,7%;
- c) Na ETA Ilhéus Centro** = 21,5%;
- d) No SIA de Jaguaquara** = 26,6%;
- e) No SIA de Vitória da Conquista** = 26,7%;
- f) No Âmbito da O.S.** = 12,9% considerando os reajustes dos preços dos produtos químicos.
- g) No Âmbito da O.S.** = 19,7% sem considerar os reajustes dos preços dos produtos químicos.

→ Os pesquisadores FONTES, NASCIMENTO, GOMES, SOUZA (2007) ressaltam que a utilização dos compostos clorados orgânicos, como o dicloroisocianurato de sódio, aparece como alternativa para diminuir os custos com os compostos inorgânicos e manter o teor mínimo de CRL, principalmente, nos pontos mais afastados, garantindo que o efeito do cloro residual se estenda por períodos de tempo mais longos. A cidade de Ilhéus, BA, possui a ETA Centro, de responsabilidade da EMBASA, que abrange o sistema de distribuição mais amplo e complexo do município.

A capacidade nominal da ETA Centro é de 450 L/s, mas, atualmente, vem operando com vazão de 260 L/s durante 17,5 h/dia. O volume produzido pelo sistema chega a 16.380 m<sup>3</sup> por dia, atingindo 491.400 m<sup>3</sup> por mês.

Nessa estação, o cloro gás tinha uma dosagem média de 5 g/m<sup>3</sup>, com custo bimestral do produto de no mínimo R\$ 8.874,00 entre janeiro e agosto de 2006. A associação do dicloroisocianurato de sódio com o cloro gás, durante dois meses (setembro/outubro/2006), reduziu de forma significativa os custos com o cloro gás, a associação custou o valor de R\$4.528,73. Apenas como comparação se dividirmos o custo para tratar a água em um bimestre pelo volume de água produzido (m<sup>3</sup>), encontramos para o cloro gás o valor de R\$0,020/m<sup>3</sup> e para a combinação cloro gás+dicloro o valor de R\$0,012/m<sup>3</sup>, com um economia de no mínimo 40% por m<sup>3</sup> de água tratada.

Durante os meses da aplicação de dicloroisocianurato de sódio associado ao cloro gás, **27 pontos foram monitorados, 382 amostras foram coletadas** e 98,4% apresentaram o CRL de acordo com a portaria 518/04, do Ministério da Saúde. Os pontos localizados na parte mais alta da cidade (Conquista) apresentaram conformidade no teor de CRL em 100% das amostras, ou seja, teor mínimo de 0,5 mg/L de CRL na rede de distribuição.

As amostras coletadas na parte mais distante (Salobrinho) apresentaram 93,5% de conformidade com a legislação. Os resultados obtidos em setembro e outubro, período da diminuição na dosagem média de cloro gás associado com o dicloroisocianurato de sódio, quando comparados aos bimestres anteriores, mostraram que houve redução de até **72,3% no consumo do cloro gás**, alcançando **uma diminuição nos custos com produtos de até 57,9%**.

## 5- Conclusão

Os resultados apresentados e obtidos em “*in loco*” demonstram de forma clara que o processo de desinfecção secundária é viável no ponto de vista da segurança da saúde pública, pois garante residual de cloro em toda rede de distribuição e reduz de maneira considerável a formação dos subprodutos do processo de desinfecção, além de levar a uma redução de custos considerável no processo de operação da ETA.

## 6- BBILIOGRAFIA

MATTOS, A. A. **Tratamento de água para abastecimento público com o uso de tabletas de ácido tricloroisocianúrico**. IN: Assembléia Nacional da ASSEMAE, 34. São Paulo: ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. 19 de abril de 2004.

MATTOS, A. A. **Desinfecção de água para abastecimento público com o uso de ácido tricloroisocianúrico em tablete**. IN: Encontro Técnico AESABESP, XV. São Paulo: AESABESP – Associação dos Engenheiros da SABESP. 30, 31 de agosto e 1º de setembro 2004a.

NASCIMENTO FILHO, D. G. Dicloroisocianurato de sódio, derivado clorado de origem orgânica uma solução economicamente viável para o processo de desinfecção de água potável. Estudo de caso na USA - Sistema Integrado Paraquassu Milagres. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23º, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 18 a 23 de setembro de 2005.

OLIVEIRA, S. F.; SANTANA, L. C. Eficientização no processo de desinfecção e redução de custos de produtos químicos com a utilização do dicloroisocianurato de sódio em substituição ao hipoclorito de calcio estudo de caso unidades da EMBASA. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25º, 2009, Recife. **Anais...**Recife: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, 2009.

QUIMIL; OLIVEIRA, F. S. **Relatório Técnico SAAE de Valença**. Salvador: Quimil Indústria e Comércio Ltda. 9p., 10 de dezembro de 2004.

QUIMIL; OLIVEIRA, F. S. **Relatório Técnico de Viagem – ETA de Valença**. Salvador: Quimil Indústria e Comércio Ltda. 2p., 13 de janeiro de 2005.

QUIMIL, OLIVEIRA, F. S. **Relatório Técnico de Viagem – ETA de Juazeiro..** Salvador: Quimil Indústria e Comércio Ltda. 2p., 08 de novembro de 2005a.

TROLI, A. C.; IDE NOBOYOSHI. C.; SILVEIRA, PALHANO, F. M. M. S.; MATTA, M. H. R. Trialometanos em água tratada, após cloração com hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, cloro gasoso e dicloroisocianurato de sódio, utilizando cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometro de massa, sistema *Purge And Trap*. IN: **2º. Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste** - Campo Grande – MS, 23 a 26 de Julho de 2002.